



Concise Explanation of documents

JP-A-1-135842

lines 5 to 16, in lower left column, on page 1 (-329-)

2. Claims

- (1) A polymer membrane retaining a semiconductor powder.
 - (2) The semiconductor-immobilized membrane according to claim 1, wherein the semiconductor is an oxide or sulfide semiconductor such as titanium dioxide, strontium titanate, cadmium sulfide, tungsten oxide, and the like.
 - (3) The semiconductor-immobilized membrane according to claim 1, wherein the polymer membrane is a polysulfone, cellulose acetate, or a poly(vinyl alcohol).
 - (4) The semiconductor-immobilized membrane according to claim 1, wherein the polymer membrane is porosity in order to increase a contact between a catalyst and a solution.
- lines 1 to 7, in lower right column, on page 1 (-329-)

[Prior Art]

Originally, a semiconductor catalyst was developed for the purpose of producing hydrogen by decomposing water. However, after that, a variety of application was tried. For example, organic synthesis such as oxidation of organic compounds or hydrogenation of unsaturated compounds, or wastewater treatment such as decomposition of slightly decomposable organic compounds in wastewater,

RECEIVED
JAN 18 2002
TC 1700

lines 11 to 17, in upper right column, on page 2 (-330-)

Further, a powder of a semiconductor is mixed with the obtained solution to obtain a membrane production solution. After the membrane production solution is cast, the solution is gelled by a proper method, is washed with water, and is dried.

Example 1

2

about 150 μm on the glass plate at 3 cm/sec. The obtained cast film was immediately immersed in a tank, wherein cold water was poured, to gelate. The film taken out the tank was immersed for about 20 hours in flowing water to wash out the remaining solvent.

The above-described steps provided a porous film with which the TiO_2 powder is intermingled.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-135842

(43)Date of publication of application : 29.05.1989

(51)Int.Cl.

C08J 9/28
B01J 31/06
B01J 35/02
C08J 5/18
C08K 3/00
C08K 3/00
C08K 3/22
C08K 3/22
C08K 3/30
C08K 3/30
C08L 1/12
C08L 81/06
C08L101/00

(21)Application number : 62-294907

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 21.11.1987

(72)Inventor : HISANAGA TERUAKI
HARADA KENJI
TANAKA KEIICHI
MASUDA HITOSHI

(54) PHOTOCATALYST-IMMOBILIZED MEMBRANE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a photocatalyst-immobilized membrane having photocatalytic function and usable in a fluid system, by immobilizing semiconductor powder to a porous polymer membrane.

CONSTITUTION: Powder of a semiconductor (e.g., oxide, etc., such as titanium dioxide or cadmium sulfide) is immobilized to a porous polymer membrane (e.g., polysulfone, cellulose acetate or polyvinyl alcohol) to obtain the objective membrane. The ratio of the semiconductor to the polymer in the membrane is preferably 30W200wt%.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

② 公開特許公報 (A) 平1-135842

⑥ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑦ 公開 平成1年(1989)5月29日
 C 08 J 9/28 1 0 1 8517-4F
 B 01 J 31/06 Z-8017-4G
 35/02 J-8017-4G※ 審査請求 有 発明の数 1 (全3頁)

⑧ 発明の名称 光触媒固定膜

⑨ 特 願 昭62-294907

⑩ 出 願 昭62(1987)11月21日

⑪ 発 明 者 久 永 輝 明 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内
 ⑫ 発 明 者 原 田 賢 二 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内
 ⑬ 発 明 者 田 中 啓 一 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内
 ⑭ 発 明 者 増 田 等 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内

⑮ 出 願 人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

⑯ 指定代理人 工業技術院化学技術研究所長

最終頁に続く

明 細 書

〔従来技術〕

半導体触媒は当初、水を分解して水素を製造する目的で開発されたが、その後、各種の応用が試みられている。例えば、有機化合物の酸化や不飽和化合物の水素化等の有機合成、また廃水中の難分解性有機化合物の分解、金属イオンの除去等の廃水処理が行なわれている。

現在、このような利用では、半導体は粉末状で用いられている。触媒を粉末状で用いることの特徵は、表面積が大きく、従って単位重量当たりの触媒効果が大きくなることである。しかし粉末状では、反応が終了した後に、何らかの方法で半導体を除いて、反応生成物あるいは反応残留物を分離する必要がある。

このため、連続的に反応を行なうことが難しく、このことが半導体触媒の実用化を妨げる大きな要因となっている。

〔目的〕

本発明は、上記従来技術の欠点を克服し、半導体触媒を流動系の中で用いることを可能とする技

1. 発明の名称

光触媒固定膜

2. 特許請求の範囲

(1) 半導体粉末を保持した高分子膜。

(2) 半導体が二酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、酸化カドミウム、酸化タングステン等の酸化物及び酸化物半導体である特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。

(3) 高分子膜がポリサルフォン、酢酸セルロース、ポリビニルアルコールである特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。

(4) 高分子膜を多孔性として、触媒と溶液の接触を大きくした特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。

3. 発明の詳細な説明

〔技術分野〕

本発明は、半導体粉末を多孔性高分子膜に固定した光触媒機能を有するものである。

術を提供することを目的とする。

〔構成〕

本発明によれば、光触媒機能を有する半導体固定膜が提供される。

本発明の半導体固定膜は、アルコールやバイオマス等の存在下で水を分解して、水素を製造することができる。また腐水中の有機ハロゲン化合物や有機リン化合物、重金属等の各種有害物質の除去に用いることができる。さらにベンゼンからフェノールの合成やグルコースとアンモニアからのアミノ酸の合成、不飽和結合の水素化等の有機合成に用いることができる。

本発明にはほとんどすべての半導体を用いることができ、前記応用目的によって、適当に選択される。例えば、水分解や不飽和化合物の水素化の目的には、二酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、酸化カドミウム等が用いられる。特にこの目的には、これらの半導体に金属を担持して用いることが必要である。この場合、担持する金属としては、白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム、

イリジウム、銅等があげられ、特に、白金やパラジウムの使用が好ましい。貴金属の半導体への担持は文献記載の光化学的方法 (B. Kreutler, A. J. Bard, J. Amer. Chem. Soc., 78, 4317 (1978))、あるいは化学的還元法によって行なうことができる。また公害物質の分解の目的には、二酸化チタン、酸化タングステン、酸化亜鉛等が好んで用いられる。さらに有機合成における酸化反応の目的には、酸化モリブデン、酸化亜鉛等が用いられる。

本発明の多孔性膜に用いる高分子としてはポリサルフォン、ポリビニルアルコール、酢酸セルロース等が好ましく、これらを適当な溶剤に溶解した後に、ポリビニルピロリドンを加え混合する。

さらにこれに半導体の粉末を混合して製膜液を調製する。この製膜液をキャストした後に、適当な方法でゲル化し、水洗いして、乾燥する。ゲル化の方法は、水に不溶性の高分子では冷水に浸漬してゲル化させるが、ポリビニルアルコールのような水溶性高分子ではガラス板状に膜を形成した

後、乾燥、加熱処理したものを、酸性のホルマリン液にいて架橋して製膜したり、酸性のホルマリン液の塩飽和液の浸漬してゲル化することができる。

膜中の半導体と高分子の割合は、これによって触媒効率や膜の強さが決定されるので重要であり、好ましい割合は30~200重量パーセントである。

〔効果〕

本発明の光触媒固定膜は、前記したような各種の光反応の触媒として使用され、特に流動系に組み込むことにより、連続的反応に用いることができる。

〔実施例〕

次に本発明を実施例によりさらに詳細に説明する。

実施例1

ポリサルフォン (PS) 20g、ポリビニルピロリドン (PVP) 10g、N-メチルピロリドン (NMP) 70mlを共栓付三角フラスコにい

れて、ポリマーを完全に溶解した後、二酸化チタン (TiO_2) の微粉末をPSの50%相当量入れて十分攪拌し、均一な製膜液を調製した。ガラス板上に設置した150 μ スリットのあるホッパーにこの製膜液をいれ、ガラス板送り速度3cm/secでガラス板上に約150 μ の厚さで製膜液をキャストした。これを直ちに、冷水をいれた槽に浸漬しゲル化した。槽から取り出した膜は流水中に約20時間浸漬し、残りの溶剤を洗い流した。

以上の操作により、 TiO_2 粉末の混入した多孔性の膜が得られた。

実施例2

ポリビニルアルコール (PVA) 10g、水90mlを共栓付三角フラスコにいて、加熱し、PVAを完全に溶解した後、 TiO_2 の微粉末とPVP10gを加えて攪拌し、均一な製膜液を調製した。この液を実施例1と同じようにガラス板上にキャストした。これを10%ホルマリン濃度飽和硫酸ソーダの硫酸酸性溶液にいてゲル化した。2時間放置した後、膜を流水に浸漬し、残り

の溶剤を洗い流して、 TiO_2 粉末の混入した膜を作った。

実施例3

実施例1で調製した半導体固定膜を、30ml容のバイレックスガラス製のバイアルビンにいれ、これに6.6ppmのトリクロロエチレンを含む水溶液23mlを加え、ゴム栓をして、アルミニウムキャップで固定した。これを軽く撪拌しながら、500Wの超高圧水銀灯でバイレックス製窓付きの水フィルターを通して照射した。30分照射後に、残留トリクロロエチレンをヘッドスペース法によりガスクロマトグラフで分析した結果、トリクロロエチレンは最初の30%に減少していた。

実施例4

TiO_2 の代わりに1%の白金を担持した TiO_2 を用いた以外は実施例1と同様にして調製した半導体固定膜を、実施例3と同様のバイアルビンにいれ、これに水とエチルアルコールの1:1溶液の23mlを加え、この溶液に窒素を送入し

て溶存空気を除いた後に、ゴム栓をし、1時間光照射した。ガスクロマトグラフで分析した結果、4mlの水素が得られた。

実施例5

実施例2で調製した半導体固定ポリビニルアルコール膜について、実施例3と同様にして、1時間光照射した。トリクロロエチレンは最初の50%に減少していた。

指定代理人 工業技術院化学技術研究所長

吉留 浩

第1頁の続き

⑨Int.Cl.⁴

C 08 J 5/18
C 08 K 3/00
3/22
3/30
C 08 L 1/12
81/06
101/00

識別記号

CAM
KAA
CAM
KAE
CAM
KAG
LAH
LRF

庁内整理番号

8720-4F
6845-4J
6845-4J
6845-4J
6845-4J
6845-4J
8016-4J

(54) DRAWN POLYPROPYLENE FILM

(11) 1-135840 (A) (43) 29.5.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-291683 (22) 20.11.1987
 (71) CHISSO CORP (72) YOICHI KUGIMIYA(1)
 (51) Int. Cl. C08J5 18, B29C55/02, B29K23/00, B29L7/00

PURPOSE: To obtain the above transparent film having excellent antiblocking property, by compounding a specific amount of a specific silicone resin powder having spherical shape to a PP resin and drawing the film produced from the mixture.

CONSTITUTION: A composition produced by compounding (A) 100pts.wt. of a PP resin with (B) 0.01~5pts.wt. of an infusible spherical silicone resin powder having an average particle diameter of $\leq 10\mu\text{m}$ (preferably a polyalkylsiloxane having an average particle diameter of $\leq 5\mu\text{m}$, a bulk specific gravity of ≤ 0.5 and a decomposition temperature of $\geq 300^\circ\text{C}$) is drawn in at least one direction to obtain the objective film. The polyalkylsiloxane is preferably a truly spherical polymethylsesquioxane having a sphericity of 1.0~1.25. The most preferable examples of the PP resin are crystalline propylene-butene-1 copolymer, etc., containing 0.5~20wt.% of butene-1 component.

(54) PREPREG MATERIAL FOR MOLDED ARTICLE

(11) 1-135841 (A) (43) 29.5.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-291891 (22) 20.11.1987
 (71) UBE IND LTD (72) SHINJI YAMAMOTO(2)
 (51) Int. Cl. C08J5/24, B32B27/04, B32B27/08, B32B27/12, B32B27/38

PURPOSE: To provide the above prepreg material containing polyimide films as one or more interleaf layers placed in parallel in a state essentially free from superposition of the films in the same layer, and enabling the production of a laminated composite material having high toughness and complicated shape.

CONSTITUTION: The objective prepreg material contains polyimide film tapes (preferably a tape having a width of 1~10mm, treated by corona discharge treatment and/or matte processing and having a tensile elongation at break of $\geq 90\%$ at room temperature) as one or more interleaf layers placed in parallel in a state essentially free from superposition of the films in the same layer. The polyimide film tapes are preferably oriented in one direction in the same layer. The thickness of the polyimide film tape is most preferably 7~30 μm .

(54) PHOTOCATALYST-IMMOBILIZED MEMBRANE

(11) 1-135842 (A) (43) 29.5.1989 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-294907 (22) 21.11.1987
 (71) AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL (72) TERUAKI HISANAGA(3)
 (51) Int. Cl. C08J9 28, B01J31/06, B01J35/02, C08J5/18, C08K3/00, C08K3/22, C08K3/30, C08L1 12, C08L81/06, C08L101/00

PURPOSE: To obtain a photocatalyst-immobilized membrane having photocatalytic function and usable in a fluid system, by immobilizing semiconductor powder to a porous polymer membrane.

CONSTITUTION: Powder of a semiconductor (e.g., oxide, etc., such as titanium dioxide or cadmium sulfide) is immobilized to a porous polymer membrane (e.g., polysulfone, cellulose acetate or polyvinyl alcohol) to obtain the objective membrane. The ratio of the semiconductor to the polymer in the membrane is preferably 30~200wt.%.

⑫ 公開特許公報 (A)

平1-135842

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)5月29日

C 08 J 9/28
B 01 J 31/06
35/02

101

8517-4F

Z-8017-4G

J-8017-4G*

審査請求 有

発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 光触媒固定膜

⑯ 特 願 昭62-294907

⑰ 出 願 昭62(1987)11月21日

⑱ 発 明 者 久 永 輝 明 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内

⑲ 発 明 者 原 田 賢 二 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内

⑳ 発 明 者 田 中 啓 一 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内

㉑ 発 明 者 増 田 等 茨城県筑波郡谷田部町東1丁目1番地 工業技術院化学技術研究所内

㉒ 出 願 人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

㉓ 指定代理人 工業技術院化学技術研究所長

最終頁に続く

明 細 書

[従来技術]

半導体触媒は当初、水を分解して水素を製造する目的で開発されたが、その後、各種の応用が試みられている。例えば、有機化合物の酸化や不飽和化合物の水素化等の有機合成、また廃水中の難分解性有機化合物の分解、金属イオンの除去等の廃水処理が行なわれている。

現在、このような利用では、半導体は粉末状で用いられている。触媒を粉末状で用いることの特徵は、表面積が大きく、従って単位重量当たりの触媒効果が大きくなることである。しかし粉末状では、反応が終了した後に、何らかの方法で半導体を除いて、反応生成物あるいは反応残留物を分離する必要がある。

このため、連続的に反応を行なうことが難しく、このことが半導体触媒の実用化を妨げる大きな要因となっている。

[目的]

本発明は、上記従来技術の欠点を克服し、半導体触媒を流動系の中で用いることを可能とする技

1. 発明の名称

光触媒固定膜

2. 特許請求の範囲

- (1) 半導体粉末を保持した高分子膜。
- (2) 半導体が二酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、酸化カドミウム、酸化タングステン等の酸化物及び硫化合物半導体である特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。
- (3) 高分子膜がポリサルフォン、酢酸セルローズ、ポリビニルアルコールである特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。
- (4) 高分子膜を多孔性として、触媒と溶液の接触を大きくした特許請求の範囲第1項記載の半導体固定膜。

3. 発明の詳細な説明

[技術分野]

本発明は、半導体粉末を多孔性高分子膜に固定した光触媒機能を有するものである。

物を提供することを目的とする。

〔構成〕

本発明によれば、光触媒機能を有する半導体固定膜が提供される。

本発明の半導体固定膜は、アルコールやバイオマス等の存在下で水を分解して、水素を製造することができる。また廃水中の有機ハロゲン化合物や有機リン化合物、重金属等の各種有害物質の除去に用いることができる。さらにベンゼンからフェノールの合成やグルコースとアンモニアからのアミノ酸の合成、不飽和結合の水素化等の有機合成に用いることができる。

本発明にはほとんどすべての半導体を用いることができ、前記応用目的によって、適当に選択される。例えば、水分解や不飽和化合物の水素化の目的には、二酸化チタン、チタン酸ストロンチウム、酸化カドミウム等が用いられる。特にこの目的には、これらの半導体に金属を担持して用いることが必要である。この場合、担持する金属としては、白金、パラジウム、ロジウム、ルチニウム、

イリジウム、銅等があげられ、特に、白金やパラジウムの使用が好ましい。貴金属の半導体への担持は文献記載の光化学的方法 (B. Kreutler, A. J. Bard, J. Amer. Chem. Soc., 78, 4317 (1978))、あるいは化学的還元法によって行なうことができる。また公害物質の分解の目的には、二酸化チタン、酸化タングステン、酸化亜鉛等が好んで用いられる。さらに有機合成における酸化反応の目的には、酸化モリブデン、酸化亜鉛等が用いられる。

本発明の多孔性膜に用いる高分子としてはポリサルフォン、ポリビニルアルコール、酢酸セルロース等が好ましく、これらを適当な増剤に溶解した後に、ポリビニルピロリドンを加え混合する。

さらにこれに半導体の粉末を混合して製膜液を調製する。この製膜液をキャストした後に、適当な方法でゲル化し、水洗いして、乾燥する。ゲル化の方法は、水に不溶性の高分子では冷水に浸漬してゲル化させるが、ポリビニルアルコールのような水溶性高分子ではガラス板状に膜を形成した

後、乾燥、加熱処理したものを、酸性のホルマリン液にいて架橋して製膜したり、酸性のホルマリン液の塩飽和液の浸漬してゲル化することができる。

膜中の半導体と高分子の割合は、これによって触媒効率や膜の強さが決定されるので重要であり、好ましい割合は30～200重量パーセントである。

〔効果〕

本発明の光触媒固定膜は、前記したような各種の光反応の触媒として使用され、特に流動系に組み込むことにより、連続的反応に用いることができる。

〔実施例〕

次に本発明を実施例によりさらに詳細に説明する。

実施例 1

ポリサルフォン (PS) 20g、ポリビニルピロリドン (PVP) 10g、N-メチルピロリドン (NMP) 70ml を共栓付三角フラスコにい

れて、ポリマーを完全に溶解した後、二酸化チタン (TiO_2) の微粉末をPSの50%相当量入れて十分攪拌し、均一な製膜液を調製した。ガラス板上に設置した150 μ スリットのあるホッパーにこの製膜液をいれ、ガラス板送り速度3cm/secでガラス板上に約150 μ の厚さで製膜液をキャストした。これを直ちに、冷水をいれた槽に浸漬しゲル化した。槽から取り出した膜は流水中に約20時間浸漬し、残りの増剤を洗い流した。

以上の操作により、 TiO_2 粉末の混入した多孔性の膜が得られた。

実施例 2

ポリビニルアルコール (PVA) 10g、水 90ml を共栓付三角フラスコにいて、加熱し、PVAを完全に溶解した後、 TiO_2 の微粉末とPVP 10gを加えて攪拌し、均一な製膜液を調製した。この液を実施例1と同じようにガラス板上にキャストした。これを10%ホルマリン濃度飽和硫酸ソーダの硫酸酸性溶液にいてゲル化した。2時間放置した後、膜を流水に浸漬し、残

の溶剤を洗い流して、 TiO_2 粉末の混入した膜を作った。

実施例 3

実施例 1 で調製した半導体固定膜を、 $30\text{ m}\mu$ 容のバイレックスガラス製のバイアルビンにいれ、これに 6.6 ppm のトリクロロエチレンを含む水溶液 $23\text{ m}\mu$ を加え、ゴム栓をして、アルミニウムキャップで固定した。これを軽く撹拌しながら、 500 W の超高圧水銀灯でバイレックス製窓付きの水フィルターを通して照射した。30 分照射後に、残留トリクロロエチレンをヘッドスペース法によりガスクロマトグラフで分析した結果、トリクロロエチレンは最初の 30% に減少していた。

実施例 4

TiO_2 の代わりに 1% の白金を担持した TiO_2 を用いた以外は実施例 1 と同様にして調製した半導体固定膜を、実施例 3 と同様のバイアルビンにいれ、これに水とエチルアルコールの $1:1$ 溶液の $23\text{ m}\mu$ を加え、この溶液に窒素を送入し

て溶存空気を除いた後に、ゴム栓をし、1 時間光照射した。ガスクロマトグラフで分析した結果、 $4\text{ m}\mu$ の水素が得られた。

実施例 5

実施例 2 で調製した半導体固定ポリビニルアルコール膜について、実施例 3 と同様にして、1 時間光照射した。トリクロロエチレンは最初の 50% に減少していた。

指定代理人 工業技術院化学技術研究所長

吉留 浩



第 1 頁の続き

⑥Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号
C 08 J 5/18	CAM	8720-4F
C 08 K 3/00	KAA	6845-4J
3/22	CAM	6845-4J
3/30	KAE	6845-4J
C 08 L 1/12	CAM	6845-4J
81/06	KAG	6845-4J
101/00	LAH	6845-4J
	LRF	8016-4J



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07163886 A**

(43) Date of publication of application: 27 . 06 . 95

(51) Int. Cl.

B01J 35/00
B01J 31/38
(21) Application number: **05315164**

(22) Date of filing: 15 . 12 . 93

(71) Applicant: **MITSUBISHI HEAVY IND LTD**(72) Inventor: **OZORA HIROYUKI**
KOBAYASHI KAZUTO(54) **COMPOSITE MATERIAL HAVING
PHOTOCATALYTIC ACTIVITY**

stably advanced.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To enhance the utilization ratio of ultraviolet rays to be emitted and catalytic activity, to suppress the change of a catalyst particle size and to omit the filtering process of a photocatalyst after reaction by using a composite material obtained by bonding a fine oxide semiconductor powder to a perfluorosulfonic acid type ion exchange membrane under pressure.

CONSTITUTION: A fine oxide semiconductor powder 1 (e.g. fine titanium dioxide powder) is bonded to a perfluorosulfonic acid type ion exchange membrane 2 under pressure to constitute a composite material. By the use of this composite material, a catalyst particle size is not changed during reaction and optical fixing reaction can be repeated with good reproducibility. Since the catalyst is not dispersed in a soln., a soln. filtering process after the completion of reaction can be omitted. Since this composite material is rich in flexibility and strong against impact force, it can be also adapted to a cylindrical reactor in addition to a flat plate-shaped reactor. Further, since a reaction field is locally held to low pH from the aspect of the properties of the ion exchange membrane, the pH adjustment of the soln. is unnecessary and reaction is

